

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-284732

(43)Date of publication of application : 12.10.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/22
A61B 18/20
H01S 3/00
H01S 5/042
H01S 5/16
// B23K 26/00

(21)Application number : 2000-099514

(22)Date of filing : 31.03.2000

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

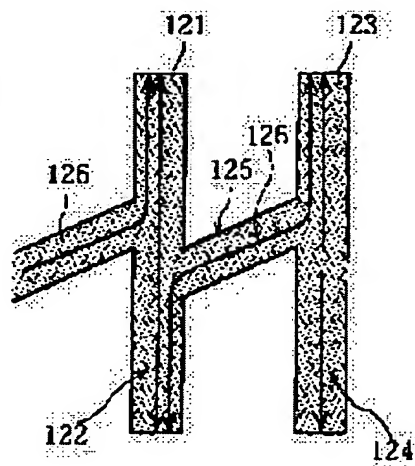
(72)Inventor : TAMAI SEIICHIRO
ITO KUNIO
KAZUMURA MASARU

(54) MULTI-WAVELENGTH LASER LIGHT-EMITTING DEVICE, SEMICONDUCTOR LASER ARRAY ELEMENT USED THEREFOR, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-wavelength laser light-emitting device that can emit a laser beam with multi-wavelength and high output.

SOLUTION: First and second laser array layers that oscillate the different wavelength of a semiconductor laser array element are allowed to oppose each other, are laminated, and are arranged. In each, a main waveguide 121 is interlocked to a main waveguide 123 by an interlock waveguide 125, thus sharing resonators 122 and 124, matching both the wavelength and phase of laser beams that are oscillated from each of the main waveguides 121 and 123, phase-locking each laser beam for facilitating condensation by a condensing lens, and hence obtaining high output.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-284732

(P2001-284732A)

(43)公開日 平成13年10月12日(2001.10.12)

(51)IntCl ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 S 5/22	6 1 0	H 0 1 S 5/22	6 1 0 4 C 0 2 6
A 6 1 B 18/20		3/00	B 4 E 0 6 8
H 0 1 S 3/00		5/042	6 1 0 5 F 0 7 2
5/042	6 1 0	5/16	5 F 0 7 3
5/16		B 2 3 K 26/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-99514(P2000-99514)

(22)出願日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 玉井 誠一郎

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72)発明者 伊藤 国雄

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74)代理人 100090446

弁理士 中島 可朗 (外1名)

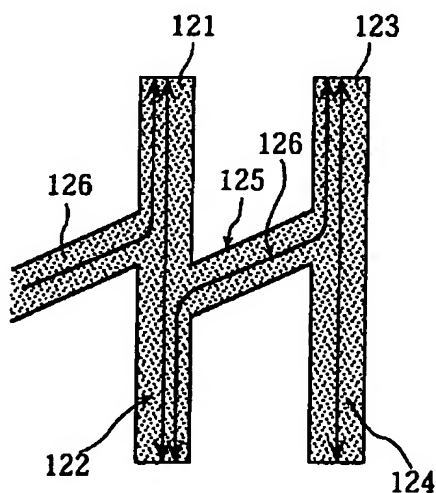
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多波長レーザ発光装置、当該装置に用いられる半導体レーザアレイ素子及び当該半導体レーザアレイ素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】 多波長の高出力なレーザ光を出射することが可能な多波長レーザ発光装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザアレイ素子の異なる波長を発振する第1レーザアレイ層及び第2レーザアレイ層を対向させて積層させて配置する。それぞれにおいて、導波本路121および導波本路123が連結導波路125により連結されているので、共振器122と共振器124が共有される。このため、別々の導波本路121及び123から発振されるレーザ光同士の波長及び位相双方の整合が行われ、各レーザ光はフェーズロックされるので集光レンズにより容易に集光することができ、高出力を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力するレーザ光の波長が異なる複数の半導体レーザアレイ素子と、前記複数の半導体レーザアレイ素子から発光された複数のレーザ光を所定の位置に集光する光学素子とを備え、少なくとも一の半導体レーザアレイ素子は、電流ブロック層にて仕切られた光導波路が一の基板上に複数列設されて形成されたレーザアレイ層を1層または複数層含み、少なくとも一のレーザアレイ層の光導波路のうち少なくとも隣合うもの2つが互いに光結合されることを特徴とする多波長レーザ発光装置。

【請求項2】 出力するレーザ光の波長が異なるまたは複数の半導体レーザアレイ素子と、前記一または複数の半導体レーザアレイ素子から発光された複数のレーザ光を所定の位置に集光する光学素子とを備え、少なくとも一の半導体レーザアレイ素子は、電流ブロック層にて仕切られた光導波路が一の基板上に複数列設されて形成されたレーザアレイ層を複数層含み、各レーザアレイ層から発光されるレーザ光の波長が異なると共に少なくとも一のレーザアレイ層の光導波路のうち少なくとも隣合うもの2つが互いに光結合されることを特徴とする多波長レーザ発光装置。

【請求項3】 前記光学素子を駆動してレーザ光の集光位置を調整する調整手段と、指定された波長のレーザ光を発光するレーザアレイ層を選択して励起するレーザ駆動手段と、発光するレーザ光の波長に応じて前記調整手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする請求項1または2に記載の多波長レーザ発光装置。

【請求項4】 前記光導波路同士の光結合は、その間にある電流ブロック層の一部が溝状に除去されて形成された結合用導波路を介して行われることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置。

【請求項5】 前記結合用導波路は、その延伸方向が光導波路の延伸方向に対し交差していることを特徴とする請求項4に記載の多波長レーザ発光装置。

【請求項6】 少なくとも2本の隣合う光導波路は湾曲して形成され、その延伸方向一部において合流することにより光導波路同士の光結合がなされることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置。

【請求項7】 一の基板上において、電流ブロック層によって仕切られることによって基板の対向する両端面から中央部分まで伸びる複数の光導波路が平行に形成され、前記複数の光導波路のうちの第1の基板端面から伸びるものと、前記第2の基板端面から伸びるものとは、基板上に光導波路の延伸方向に直行する方向において交互に位置することにより光導波路同士の光結合がなされる

ことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を用いて溶接することを特徴とするレーザ溶接装置。

【請求項9】 請求項1から請求項7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を照射して被照射面に2次元マトリックスデータを作製することを特徴とする2次元マトリックスデータ作製装置。

【請求項10】 請求項1から請求項7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を照射して生体を切開又は止血することを特徴とする半導体レーザメス装置。

【請求項11】 請求項1から請求項7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を網膜に照射して網膜剥離の治療を行うことを特徴とする網膜剥離治療装置。

【請求項12】 請求項1から請求項7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を角膜に照射して近視の治療を行うことを特徴とする近視治療装置。

【請求項13】 請求項1から請求項7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を被照射体に照射して穴あけもしくは切断加工を行うことを特徴とする穴あけ加工装置。

【請求項14】 請求項1から請求項7のいずれかに記載の多波長レーザ発光装置が発光するレーザ光を被照射体に照射して表面変質加工を行うことを特徴とする表面変質加工装置。

【請求項15】 第1の電流ブロック層にて仕切られた第1のレーザ光発振部が複数列設されて形成された第1のレーザアレイ層と、第2の電流ブロック層にて仕切られた第2のレーザ光発振部が複数列設されて形成された第2のレーザアレイ層とが対向配置されると共に、第1と第2のレーザアレイ層から発されるレーザ光の波長が異なることを特徴とする半導体レーザアレイ素子。

【請求項16】 前記第1のレーザアレイ層における第1のレーザ光発振部のうち少なくとも隣合うもの2つ及び前記第2のレーザアレイ層における第2のレーザ光発振部のうち少なくとも隣合うもの2つが互いに光結合されることを特徴とする請求項15に記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項17】 前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の一部が細長溝状に除去されて形成された結合用導波路によって行われることを特徴とする請求項16に記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項18】 前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、延伸

方向一部において合流するよう湾曲して形成された構成によって行われることを特徴とする請求項16に記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項19】 前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、延伸方向に直行する方向において交互に位置する第1の端面から伸びるものと、第2の端面から伸びるものとの間で行われることを特徴とする請求項16に記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項20】 前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層におけるレーザ光のしみ出し領域同士が互いに接する又は重なり合うようにすることによって行われることを特徴とする請求項16に記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項21】 前記第1のレーザアレイ層及び第2のレーザアレイ層とを挟み込むように第1の極性の電極が形成され、前記第1のレーザアレイ層及び第2のレーザアレイ層との境界に形成された導電層表面端部に第1の極性とは異なる第2の極性の電極が形成されていることを特徴とする請求項15から20のいずれかに記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項22】 第1のレーザアレイ層の端部及び第2のレーザアレイ層の端部が臨むデバイス端部に端面窓構造を備えることを特徴とする請求項15から20のいずれかに記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項23】 前記端面窓構造の表面で給電が行われる部位には絶縁部を備えることを特徴とする請求項22に記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項24】 前記第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の禁制帯幅は、当該前記第1の電流ブロック層同士及び第2の電流ブロック層同士の間に位置する第1のレーザ光発振部及び第2のレーザ光発振部の部位の活性層のそれよりも大きく、前記第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の屈折率が当該第1の電流ブロック層同士及び第2の電流ブロック層同士の間に位置する第1のレーザ光発振部及び第2のレーザ光発振部のそれより小さいことを特徴とする請求項15から23のいずれかに記載の半導体レーザアレイ素子。

【請求項25】 請求項15から24のいずれかに記載の半導体レーザアレイ素子複数個と、一の半導体レーザアレイ素子から出射されるレーザ光を別の半導体レーザアレイ素子のレーザ光発振部に入射させる光掃返手段と、を備えたことを特徴とする半導体レーザアレイ素子集合体。

【請求項26】 請求項16に記載の半導体レーザアレイ素子の製造方法であって、複数のレーザ光発振部が列設されてなる第1のレーザアレイ層を形成する第1の工程と、前記第1のレーザアレイ層と対向させて、複数のレーザ

光発振部が列設されてなる第2のレーザアレイ層を形成する第2の工程と、を備え、

前記第2の工程は、第1のレーザアレイ層上に、MOCVD法又はMBE法を用いて光導波層を形成した後、第1のレーザアレイ層から発生するレーザ光と異なる波長のレーザ光を発生するように成分を変えて第2のレーザアレイ層を第1のレーザアレイ層と同様の方法で形成することを特徴とする半導体レーザアレイ素子の製造方法。

10 【請求項27】 請求項16に記載の半導体レーザアレイ素子の製造方法であって、複数のレーザ光発振部が列設されてなる第1のレーザアレイ層を形成する第1の工程と、

複数のレーザ光発振部が列設されてなる第2のレーザアレイ層を形成する第2の工程と、

前記第1のレーザアレイ層と前記第2のレーザアレイ層とを張り合わせる第3の工程と、を備え、

前記第3の工程は、第1のレーザアレイ層と前記第2のレーザアレイ層との張り合わせ面の少なくとも一方に光導波層を形成した後、当該光導波層を介して第1のレーザアレイ層と前記第2のレーザアレイ層とを張り合わせることを特徴とする半導体レーザアレイ素子の製造方法。

20 【請求項28】 さらに、前記第3の工程の前に、前記光導波層若しくは第1のレーザアレイ層又は第2のレーザアレイ層の少なくともいずれか一の張り合わせ面を、親水処理する第4の工程を備えると共に、前記第3の工程は、水素存在下で加熱処理を施すことを特徴とする請求項27に記載の半導体レーザアレイ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光記録、光通信、溶接等などにおけるレーザ応用機器に用いられる多波長レーザ発光装置及び当該装置に用いられる半導体レーザアレイ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、溶接や穴開け加工などの産業用に使用されるレーザ発光装置は、高出力が要請されるため、炭酸ガスレーザ、エキシマレーザなどの気体レーザや、YAGレーザなどの固体レーザが主流となっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のような方式のレーザ発光装置においては、その構成上、どうしても装置が大型せざるを得ず、特に気体レーザの場合には、当該気体のガスボンベの設置も必要となるので、いくらレーザ加工の対象物が小さくても大がかりな装置構成と成らざるを得ない。これにより広い設置スペースの確保が必要な上、装置の価格も高くなることが避

けられないという問題があった。また、気体レーザや固体レーザにおいてはレーザの発光効率が悪いため、大きな消費電力を要する。さらに気体レーザの場合には、当該気体の補充のためメンテナンスコストも高む結果となる。

【0004】一方、レーザ加工の対象となるワークも、素材産業の発達に伴って様々なものが現出している。特に、波長によってレーザの吸収率が異なる2種の材料を混合して生成されたワークに対して、上述のようなレーザ発光装置により加工する場合には問題が生じていた。すなわち、上記の気体レーザや固体レーザから発光されるレーザの波長は、特定の単波長に固定されており、変更するのが難しい。例えば、上記ワークがAとBの素材からなり、Aの素材が波長 α のレーザ光に対して吸収率が高いにも関わらず、Bの素材は、当該波長のレーザ光に対する吸収率が低いとする。この場合には、素材Bも溶融させるためにレーザ出力を上げざるを得ないが、そうするとAの素材の温度が過剰に上昇し、不要な部分まで溶融させてしまう結果となる。したがって、例えば、当該ワークに穴開け加工するような場合には、穴の径が寸法より大きくなり、加工精度が著しく劣化するという問題がある。

【0005】このような場合には、Bの素材について吸収率の高い波長 β での加工も併用する方が望ましいが、上述したように気体もしくは固体の多波長レーザ発光装置においてはレーザ波長を変えることは困難であった。その他の様々な分野においても、小型で高出力かつ多波長のレーザ応用機器が要望されている。

【0006】本発明は、上述のような課題に鑑みてなされたものであって、小型でありながらレーザ出力が比較的高く、しかも異なる波長のレーザ光の出力が可能なレーザ応用機器を可能ならしめる多波長レーザ発光装置、当該多波長レーザ発光装置に使用される半導体レーザアレイ素子および当該半導体レーザアレイ素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る多波長レーザ発光装置は、出力するレーザ光の波長が異なる複数の半導体レーザアレイ素子と、前記複数の半導体レーザアレイ素子から発光された複数のレーザ光を所定の位置に集光する光学素子とを備え、少なくとも一の半導体レーザアレイ素子は、電流ブロック層にて仕切られた光導波路が一の基板上に複数列設されて形成されたレーザアレイ層を1層または複数層含み、少なくとも一のレーザアレイ層の光導波路のうち少なくとも隣合うもの2つが互いに光結合されることを特徴とする。これにより、出力されるレーザ光を集光させて高出力とすることができる。

【0008】また、本発明に係る多波長レーザ発光装置は、出力するレーザ光の波長が異なる一または複数の半

導体レーザアレイ素子と、前記一または複数の半導体レーザアレイ素子から発光された複数のレーザ光を所定の位置に集光する光学素子とを備え、少なくとも一の半導体レーザアレイ素子は、電流ブロック層にて仕切られた光導波路が一の基板上に複数列設されて形成されたレーザアレイ層を複数層含み、各レーザアレイ層から発光されるレーザ光の波長が異なると共に少なくとも一のレーザアレイ層の光導波路のうち少なくとも隣合うもの2つが互いに光結合されることを特徴とする。

【0009】また、前記多波長レーザ発光装置は、前記光学素子を駆動してレーザ光の集光位置を調整する調整手段と、指定された波長のレーザ光を発光するレーザアレイ層を選択して励起するレーザ駆動手段と、発光するレーザ光の波長に応じて前記調整手段を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。これにより、指定された各波長のレーザ光を一点に集光することで高出力となる。

【0010】また、前記光導波路同士の光結合は、その間にある電流ブロック層の一部が溝状に除去されて形成された結合用路導波を介して行われることを特徴とする。また、前記結合用路導波は、その延伸方向が光導波路の延伸方向に対し交差していることを特徴とする。また、少なくとも2本の隣合う光導波路は湾曲して形成され、その延伸方向一部において合流することにより光導波路同士の光結合がなされることを特徴とする。

【0011】また、一の基板上において、電流ブロック層によって仕切られることによって基板の対向する両端面から中央部分まで伸びる複数の光導波路が平行に形成され、前記複数の光導波路のうちの第1の基板端面から伸びるものと、前記第2の基板端面から伸びるものとは、基板面上に光導波路の延伸方向に直行する方向において交互に位置することにより光導波路同士の光結合がなされることを特徴とする。

【0012】また、本発明に係る半導体レーザアレイ素子は、第1の電流ブロック層にて仕切られた第1のレーザ光発振部が複数列設されて形成された第1のレーザアレイ層と、第2の電流ブロック層にて仕切られた第2のレーザ光発振部が複数列設されて形成された第2のレーザアレイ層とが対向配置されると共に、第1と第2のレーザアレイ層から発されるレーザ光の波長が異なることを特徴とする。これにより一の半導体レーザアレイ素子から異なる波長のレーザ光を出力することができる。

【0013】また、前記第1のレーザアレイ層における第1のレーザ光発振部のうち少なくとも隣合うもの2つ及び前記第2のレーザアレイ層における第2のレーザ光発振部のうち少なくとも隣合うもの2つが互いに光結合されることを特徴とする。これにより、出力されるレーザ光を高出力化することができる。また、前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、第1の電流ブロック層及び第2の電

流ブロック層の一部が細長溝状に除去されて形成された結合用導波路によって行われることを特徴とする。

【0014】また、前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、延伸方向一部において合流するよう湾曲して形成された構成によって行われることを特徴とする。また、前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、延伸方向に直行する方向において交互に位置する第1の端面から伸びるものと、第2の端面から伸びるものとの間で行われることを特徴とする。

【0015】また、前記第1のレーザ光発振部同士の光結合及び前記第2のレーザ光発振部同士の光結合は、第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層におけるレーザ光のしみ出し領域同士が互いに接する又は重なり合うようにすることによって行われることを特徴とする。また、前記第1のレーザアレイ層及び第2のレーザアレイ層とを挟み込むように第1の極性の電極が形成され、前記第1のレーザアレイ層及び第2のレーザアレイ層との境界に形成された導電層表面端部に第1の極性と異なる第2の極性の電極が形成されていることを特徴とする。

【0016】また、第1のレーザアレイ層の端部及び第2のレーザアレイ層の端部が臨むデバイス端部に端面窓構造を備えることを特徴とする。また、前記端面窓構造の表面で給電が行われる部位には絶縁部を備えることを特徴とする。また、前記第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の禁制帯幅は、当該前記第1の電流ブロック層同士及び第2の電流ブロック層同士の間に位置する第1のレーザ光発振部及び第2のレーザ光発振部の部位の活性層のそれよりも大きく、前記第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の屈折率が当該第1の電流ブロック層同士及び第2の電流ブロック層同士の間に位置する第1のレーザ光発振部及び第2のレーザ光発振部のそれより小さいことを特徴とする。

【0017】また、前記半導体レーザアレイ素子複数個と、一の半導体レーザアレイ素子から出射されるレーザ光を別の半導体レーザアレイ素子のレーザ光発振部に入射させる光帰還手段とを備えてもよい。また、前記半導体レーザアレイ素子の製造方法は、複数のレーザ光発振部が列設されてなる第1のレーザアレイ層を形成する第1の工程と、前記第1のレーザアレイ層と対向させて、複数のレーザ光発振部が列設されてなる第2のレーザアレイ層を形成する第2の工程とを備え、前記第2の工程は、第1のレーザアレイ層上に、MOCVD法又はMBE法を用いて光導波層を形成した後、第1のレーザアレイ層から発生するレーザ光と異なる波長のレーザ光を発生するように成分を変えて第2のレーザアレイ層を第1のレーザアレイ層と同様の方法で形成することを特徴とする。

【0018】また、前記半導体レーザアレイ素子の製造方法は、複数のレーザ光発振部が列設されてなる第1のレーザアレイ層を形成する第1の工程と、複数のレーザ光発振部が列設されてなる第2のレーザアレイ層を形成する第2の工程と、前記第1のレーザアレイ層と前記第2のレーザアレイ層とを張り合わせる第3の工程と、を備え、前記第3の工程は、第1のレーザアレイ層と前記第2のレーザアレイ層との張り合わせ面の少なくとも一方に光導波層を形成した後、当該光導波層を介して第1のレーザアレイ層と前記第2のレーザアレイ層とを張り合わせることを特徴とする。

【0019】さらに、前記第3の工程の前に、前記光導波層若しくは第1のレーザアレイ層又は第2のレーザアレイ層の少なくともいずれか一の張り合わせ面を、親水処理する第4の工程を備えると共に、前記第3の工程は、水素存在下で加熱処理を施すことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施の形態について図面を参照しながら説明する。

(第1の実施の形態)

(1) 多波長レーザ発光装置の構成

図1は、本第1の実施の形態に係る多波長レーザ発光装置の要部の構成を示す概略図である。

【0021】同図に示すように、多波長レーザ発光装置1は、異なる波長のレーザ光LA、LBを出射する光源部10と、各半導体レーザアレイ11、12から出射されたレーザ光LA、LBをそれぞれ平行光とするコリメート部20と、各レーザ光LA、LBを反射させて同一方向に並進するようにする反射部30と、並進するレーザ光LA、LBを光軸上の所定の集光位置に集光する集光レンズ40と、集光レンズ40を光軸方向に移動させる集光レンズ駆動部50と、この集光レンズ駆動部50の動作を制御する制御部51などからなる。なお、集光レンズは、通常、複数のレンズ群からなる場合が多いが、本実施の形態では、集光レンズ40の1枚で示している。

【0022】光源部10は、波長の異なるレーザ光LA、LBをそれぞれ複数本並進させて出射する半導体レーザアレイ素子11および12を並列に配置して構成される。各半導体レーザアレイ素子11、12は、後述するようにそれぞれ異なる組成の活性層をもち、赤色と赤外領域の波長を持つレーザ光を出射するものであり、同一素子から出射された各複数本のレーザ光LA(赤色)、LB(赤外)は、それぞれ位相と波長が整合された(以下、「フェーズロック」という。)状態で出射され、これにより高出力を得ることができるよう構成されている。

【0023】レーザ光LA、LBは、それぞれコリメート部20におけるホログラム光学部品21、22に入射される。ホログラム光学部品21、22は、所定位置に

ある点光源から拡散しながら入射する光を平行光とるように設計されており、これによりホログラム光学部品 21、22 を通過したレーザ光 L A、L B が平行光となる。なお、平行光にするための手段として、他にコリメータレンズなどを使用しても構わない。

【0024】反射部 30 は、平行光になったレーザ光 L A を集光レンズ 40 方向に反射するミラー 31 と、平行光になったレーザ光 L B を同じく集光レンズ 40 方向に反射するハーフミラー 32 を備える。ハーフミラー 31、32 は、入射した光の一部を透過すると共に、その一部を入射角に応じて反射する公知の光学部品であり、レーザ光 L A、L B の主光線に対して、その入射面が 45° の角度となるように固定される。

【0025】これによりミラー 31 で反射されたレーザ光 L A は、ハーフミラー 32 を透過し、ハーフミラー 32 で反射されたレーザ光 L B とほぼ平行な状態となって集光レンズ 40 方向に進行することになるので、異なる位置から出射されたレーザ光 L A、L B をその大部分がほぼ重なった状態で同一方向に進行させることができる。

【0026】集光レンズ 40 は、入射されたレーザ光 L A、L B を光軸上の所定の集光位置に集光させるが、周知のように入射された光の波長の相違により光軸上の集光位置が異なるため（軸上色収差）、その結像位置は異なる点 SP1（赤色）と点 SP2（赤外）になる。そこで、本実施の形態では、使用するレーザの波長に応じて集光レンズ 40 の光軸方向における位置を調整し、異なる波長のレーザ光に変更しても加工ワークに対してレーザ光のビームウエストの位置が変動せずに安定した加工が可能のようにしている。すなわち、集光レンズ 40 をその光軸方向に移動可能に保持し、これを使用するレーザ光の波長に応じて集光レンズ駆動部 50 で当該軸方向に駆動することにより、異なる波長のレーザ光の集光位置が常に同じになるように制御する。

【0027】例えば、常に点 SP1 に集光するようにするためには、赤色から赤外のレーザ光に切り替えたときに、集光レンズ 40 を光軸に沿って図の d だけ反射部 30 方向に移動させればよい。なお、集光レンズ駆動部 50 は、微調整可能な公知のリニアアクチュエータ、例えばボールネジを使用したネジ送り機構などで構成される。集光レンズが複数のレンズ群からなる場合には、少なくともその 1 枚のレンズを光軸方向に移動させることにより集光位置の調整が可能である。

【0028】制御部 51 は、集光レンズ駆動部 50 によるレンズの駆動量を制御すると共に、レーザダイオード駆動部 52 を介して半導体レーザアレイ素子 11、12 の発光を制御する。これは、使用用途に応じて指定された波長のレーザ光を出力するように各半導体レーザアレイ素子 11、12 の駆動を切り換えるとともに、制御部 51 には、発光駆動する半導体レーザアレイ素子の波長

に応じて集光レンズ 40 の駆動量が予めプログラムされており、レーザ光の波長を変えても集光位置が変化しないようになっている。集光レンズ駆動部 50 の駆動源としてステッピングモータを使用する場合には、その駆動パルス数により駆動量を容易に制御できる。

【0029】図 2 は、多波長レーザ発光装置の変形例を示す図である。図 1 における反射部 30 を排すると共に集光レンズ 40 に変えて集光作用を有するホログラム光学部品 41 を配している点が異なる。ホログラム光学部品 41 は、レンズより口径を大きくしても光学的歪みが生じにくいので、図 1 のようにハーフミラー 32 を使用してレーザ L A とレーザ L B がほぼを同一光路を進行するようにしなくても、その間隔をあけたまま入射させることができるため、より小型化が図れる。またこれにより部品点数と組立工数が低減できコストダウンにも資する。さらに、図 1 のようにハーフミラー 32 を使用する構成では、ハーフミラー 32 は一部を反射し、一部を透過させるため、レーザ光 L A、L B の光量の損失が大きかったが、この変形例によれば、そのような心配もなく電力が節約できる。

【0030】もっとも、この構成においても使用するレーザ光の波長の差異により軸上色収差は生ずるので、それらの集光位置を同一にするため、ホログラム駆動部 53 によりホログラム光学部品 41 を発光するレーザ光の波長に応じて軸方向に移動させなければならない。この調整の構成は、図 1 の場合と同様にしてなされるので、説明を省略する。

【0031】各半導体レーザアレイ素子 11、12 は、次に述べる構成により高出力のレーザ光を発光することができると共に、それ自体が非常に小さいので装置の小型化が容易であると共に波長の異なるものを同じ光学系を利用して照射することが可能となる。

〈半導体レーザアレイ素子の構成〉図 3 は、上記赤色のレーザを発する半導体レーザアレイ素子 11 の構成を示す斜視図である。なお、赤外レーザを射出する半導体レーザアレイ素子 12 については、後述する各層の GaInP、AlGaInP の組成がそれぞれ GaAs、GaAlAs と異なるのみであるので説明を省略し、以下、半導体レーザアレイ素子 11 のみについて説明する。

【0032】半導体レーザアレイ素子 11 は、実屈折率導波構造の赤色半導体レーザ素子が複数列設されたアレイ構造体のものであり、n 型 GaAs 基板 101 上に、n 型 GaAs バッファ層 102 と、n 型 AlGaInP クラッド層 103 と、GaInP/AlGaInP 量子井戸構造活性層 104 と、p 型 AlGaInP クラッド下地層 105 と、n 型 AlGaInP 電流ブロック層 106 と、p 型 AlGaInP クラッド埋込層 107 と、p 型 GaAs キャップ層 108（ヒートシンク）とが順次積層され、p 型 GaAs キャップ層 108 の表面に Cr/Pt/Au の三層が積層されて形成された面状構造の p 型電極 109 と、n 型 GaAs 基板 101 の裏面に AuGe/Ni/Au の

三層が積層されて形成された面状構造のn型電極110とを有する。以上の構造において、p型電極109から注入される電流は、n型AlGaInP電流ブロック層106およびp型AlGaInPクラッド埋込層107により形成される電流チャネルを通じて狭窄されて流れ、その下部に設けられたGaInP/AlGaInP量子井戸構造活性層104においてレーザ発振が生じる。

【0033】以下、n型AlInP電流ブロック層106及びp型AlGaInPクラッド埋込層107等について詳しく説明する。図4は、図3における内部構造を上面から透視した図である。同図に示すように、n型AlInP電流ブロック層106は、p型AlGaInPクラッド下地層105（図3）の表面に一定の間隔をおいて形成された複数のストライプ106Aからなるものである。そして、p型AlGaInPクラッド埋込層107（図3）はn型AlInP電流ブロック層106を覆いかつストライプ106Aの間に埋め込まれた状態となっている。

【0034】次に、ストライプ106Aのうち、列設方向の両端に位置するストライプ106B以外のストライプ106Cがその延伸方向中央部分が斜めに除去されることにより、ストライプの延伸方向に対して角度を持って斜め方向に走る不連続部106Dが形成されている。この不連続部106Dは、p型AlGaInPクラッド埋込層107が埋め込まれ、隣合うストライプ106Aの間に位置した隣合うp型AlGaInPクラッド埋込層部分107Aを連結する連結導波路107Cが形成されている。

【0035】隣合うストライプ106Aの間に位置する各p型AlGaInPクラッド埋込層部分107Aは、電流チャネルとなり、その下部に位置する活性層部位との間でPN接合がされる。そして、前記各p型AlGaInPクラッド埋込層部分107Aはレーザ光の導波路の一部分となる。以下この部分を導波本路107Bと呼ぶ。また、連結導波路107Cも、電流チャネルとなり、その下部に位置する活性層との間でPN接合がされている。そして、連結導波路107Cと導波本路107Bとが互いに結合される。このように隣接する導波本路を連結導波路で相互に連結することにより、後述する如く、各レーザ発振部から発振されるレーザ光がフェーズロックし、半導体レーザでありながら高出力のレーザ光を出力できる。

【0036】また、図3に示すように、少なくとも導波本路の両端部分及びその近傍を含めたレーザ光が導波する導波領域が臨む表面部分を覆いかつp型電極部分の表面両端を覆うように、半導体レーザアレイ素子100の外表面には、Znが拡散されることによってZn拡散部111、112が形成されることにより、端面窓構造となっている。これにより、導波本路端部でのレーザ光の吸収を抑えて発熱を抑えるように構成されている。

【0037】そして、さらに、このZn拡散部111、112のp型電極109の上に位置する部分には、SiO₂絶縁層113が形成されている。この構成により、端面1

14、115での給電をなくしてその部分での発熱防止をさらに促進する構成とされている。なお、Zn拡散部111、112をn型電極110を覆う部分にまで延長して設けて、n型電極110の上に位置する部分に、SiO₂絶縁層を設けることもできる。

【0038】また、n型AlInP電流ブロック層106でのレーザ光の吸収を抑えるとともに、実屈折率差による光の閉じ込めを効果的に行うことにより、レーザ光の損失を少なくするために、n型AlInP電流ブロック層106の禁制帯幅を活性層のそれよりも大きくし、かつn型AlInP電流ブロック層106の屈折率をp型AlGaInPクラッド下地層105のそれよりも小さくするように材料が選択されている。つまり、p型AlGaInPクラッド下地層105は、AlGaInPで構成し、n型AlInP電流ブロック層106は、AlInPで構成してある。

【0039】なお、図示しないが、レーザ光が射出される端面は、図3の図面手前側の端面114であり、反対側の端面115からは射出されないように、端面114の表面には、反射率が1～15%程度の低反射率膜が形成されている。この低反射率膜の材料としては、Al₂O₃、SiO₂、Si₃N₄、TiO₂等を用いることができるが、これらに限るものではない。また、端面115の表面には、反射率が70～98%程度の高反射率膜が形成されている。この高反射率膜は、Al₂O₃、SiO₂、Si₃N₄等から選ばれる材料からなる低屈折率誘電体膜とTiO₂、アモルファスSi、水素化アモルファスSi等から選ばれる高屈折率誘電体膜とを交互に2層以上繰返して堆積することにより形成することができるが、これに限るものではない。

【0040】＜半導体レーザアレイ素子11の製造方法＞図5は、半導体レーザアレイ素子11の製造方法を示す工程図である。n型GaAs基板101以外の各要素は、有機金属気相成長法（以下、MOVPE法という。）により順次形成される。具体的には、n型GaAs基板101上にp型AlGaInPクラッド下地層105までの各層を順次形成する（工程1）。次に、このp型AlGaInPクラッド下地層105の表面にn型AlInP電流ブロック層106を形成する（工程2）。このブロック層の形成は、これを構成する材料をまず成膜した後、所定のパターンに液相エッチングすることにより行う。その後、同様に順次MOVPE法によって、p型AlGaInPクラッド埋込層107などの各層を順次形成する（工程3）。

【0041】図6は、上記工程2におけるn型AlInP電流ブロック層106の形成方法を詳細に説明するための模式図である。この図に示すように、まず、図6（a）において、n型AlInP電流ブロック層106を構成する材料層106Eをp型AlGaInPクラッド下地層105の表面に形成する。

【0042】次に、図6（b）において、所定のパターンが形成されたマスクMAを前記材料層106Eの表面に

フォトリソグラフィ法により密着形成して、当該マスクMA上から液相エッチングを施すことにより、n型AlInP電流ブロック層106のパターンを形成する。このようにして、上記したようなパターンを有するn型AlInP電流ブロック層106が形成される。

【0043】<半導体レーザアレイ素子11における作用・効果>以上説明したような構成の半導体レーザアレイ素子11によれば、以下説明するような隣合う導波本路107B同士の間でレーザ光が共振してフェーズロックするという作用が得られる。図7は、上記フェーズロック作用（共振作用）を具体的に説明する共振器の模式図である。

【0044】同図に示すように、一の導波本路121において、当該導波本路の延伸方向に形成された共振器122と、それに隣合う他の一の導波本路123で当該導波本路の延伸方向に形成された共振器124とが、連結導波路125で連結されているので、全体としては、前記共振器122と共振器124の他に、当該共振器124の一部を共有し、連結導波路125を含む共振器126が形成されていると考えられる。

【0045】このため、別々の導波本路121及び123から発振されるレーザ光同士光結合されてその波長及び位相双方の整合が行われ、各レーザ光がフェーズロックされる。したがって、図4において隣合う導波本路107B同士は、連結導波路107Cにより連結されて共振器を共有することとなり、隣合う導波本路同士でレーザ光のフェーズロックが行われる。そのため、一の基板上に配された各導波本路を近接して位置させなくても、各導波本路107B内におけるレーザ光の波長及び位相双方を整合させることが可能となり（フェーズロック）、集光したスポットSP1（図1および図2）においてレーザ光が位相のずれのために互いに打ち消し合う干渉が発生しないため、レーザ発振部位を設けた数に対応して、高出力のレーザ光を得ることができる。

【0046】また、このように発熱の要因となる、一の基板上に配された各素子を近接して位置させるという手法を全く採用していないので、各レーザ素子部分での発熱を抑えることもできる。また、一の基板上に配された各素子を近接して位置させるという手法を全く採用していないので、設計上の制約も少ない。

【0047】<連結導波路の角度について>隣合う導波本路同士で、共振器を共有させるには、連結導波路の延伸方向を、導波本路の長手方向に対していかなる角度で交差させるかも重要な要素となる。つまり、導波本路の延伸方向に対して直交する方向に連結導波路を形成すると、両導波本路の連結するコーナー部分で光が散乱するため、光のロスが大きくなるが、導波本路の延伸方向に対して連結導波路を角度を付けて傾斜させて形成することにより、コーナー部分での光の散乱を抑えて、効果的に隣合う導波本路間で共振器を共有させることが可能と

なる。したがって、連結導波路の両端寄り部位は、その端部が結合する導波本路との結合部分近くで緩やかなカーブを形成し、その交差角度を漸減するようにすることが望ましい。さらに、導波本路と連結導波路とは、導波本路の端部から内部側で完全に交差させることが共振器を共有させる上で望ましい。

【0048】<連結導波路の変形例について>

① 上記説明では、隣合う導波本路同士は、一本の連結導波路で連結したが、これに限られず、複数本の連結導波路で連結することもできる。

② 上記説明では、図4に示すように各連結導波路は、アレイの中央部分でほぼ平行に並ぶように形成したが、それらが、複数の導波本路に斜めに交わるような一本の直線上に並ぶようにしてもよい。このようにすれば、全ての導波本路が共有されることになり、より効果的にフェーズロックを行うことができると思われる。

【0049】③ また、図8に示すように、各導波本路301が、延伸方向の中央部分で互いに合流されたX形状となるよう形成することもできる。このようなX形状により、互いに隣合う導波本路301A（図面左側に位置）及び301B（図面右側に位置）でレーザ光が共振し合うという作用が得られる。また、X形状の導波本路301A及び他方の導波本路301Bを近接した位置に設け、それぞれの水平方向における導波領域の一部を互いに接するように又は重なり合うようにすることで、隣合うX形状の導波本路301間同士でもいわゆる共振器を共有することとなる。これによって、全ての導波本路301においてフェーズロックさせることができる。

【0050】④ さらに、図9に示すように、対向する各端部から中央付近にまで延長された導波本路403及び404がそれぞれ複数平行に設けられた形状としてもよい。この場合には対抗する両端面からレーザ光が出射されるようにその透過率を若干上げる必要がある。ここで、導波本路403、404の長辺方向の間隔dを互いの導波領域の一部が接する又は重なり合うような距離に設定すれば、導波本路403及び404でレーザ光が共振し合うという作用が得られる。そのため、各導波本路におけるレーザ光をフェーズロックすることができる。

【0051】⑤ 上記説明では、連結導波路は隣合う導波本路同士全てを連結するように行ったが、これに限られず、複数の導波本路のうち少なくとも2本の導波本路が連結されていることも本発明に含まれる。この場合、フェーズロックを行うためには、連結されていない導波本路同士は、導波領域の水平方向の一部が互いに接する又は重なり合うように近接させる必要がある。

【0052】しかし、発熱の要因となる、一の基板上に配された各素子を近接して位置させる箇所は、全ての導波本路としないので、各レーザ素子部分での発熱の程度は従来のように全ての素子を近接させた場合と比べて低

いと言える。

⑥上記説明では、連結導波路は、電流ブロック層を当該電流ブロック層の幅方向に完全に横断して構造的に導波本路を連結させることにより、隣合う導波本路を導波するレーザ光を結合させることとしたが、構造的に連結させていなくても、電流ブロック層の一部を除去して不連続とし、導波本路を導波するレーザ光同士を光結合させられるように構成すれば、上記した作用・効果を発揮させることができる。

【0053】以上の構成により、各半導体レーザアレイ素子11、12から出射されるレーザ光LBは、それぞれの素子に対応する波長にフェーズロックされる。また、多波長レーザ発光装置1または2には、集光レンズ40またはホログラム光学部品41の位置を自動的に調整するようにしているため、レーザ光の集光レンズ40において生じる軸上色収差を補正することができる。そのため、どの波長が選択されてもフェーズロックされた当該波長のレーザ光をスポットSP1の一点に集光することができ、さらにレーザ発振部位を設けた数に比例して、レーザ光を高出力化できる。

【0054】したがって、例えば、複合部材の穴開けなどに用いるときには、複合部材を構成する各物質の光吸収波長領域に応じた異なる波長の高出力のレーザ光を短時間に交互に切り換えて使用してやれば、各部材が均等に溶解するので穴あけの径を所定の大きさに開けることができる。なお、上記実施の形態では、赤色半導体レーザを例に本発明について説明したが、赤色レーザ以外にも、青色レーザ、緑色レーザ、赤外レーザ等の半導体レーザでも同様に上記した導波本路間でレーザ光を共振させる考え方は適用される。

【0055】(第2の実施の形態) 上記第1の実施の形態においては、図1および図2に示す光源部10にそれぞれ単一の波長のレーザ光を出射する半導体レーザアレイ素子11、12が用いられていたが、本第2の実施の形態においては、その光源部10に1個で2種類のフェーズロックされた波長のレーザ光を出射することができる半導体レーザアレイ素子を用いるようにしている。

【0056】〈全体構成〉本第2の実施の形態に係る多波長レーザ発光装置は、第1の実施の形態の図1および図2における、半導体レーザアレイ素子12と当該半導体レーザアレイ素子12専用の光学素子(図1においては、ホログラム光学部品22、ハーフミラー32、図2においては、ホログラム光学部品22)を省略して、半導体レーザアレイ素子11の代わりに、レーザアレイ層を2層備え、各層から波高されるレーザ光の波長が異なるように構成された半導体レーザアレイ素子13を設けているだけなので、ここでは特に図示しない。

【0057】〈半導体レーザアレイ素子13の全体構成〉図10は、上記半導体レーザアレイ素子13の断面図である。この半導体レーザアレイ素子13は、第1の

実施の形態で説明したような半導体レーザアレイ素子を2列向かい合わせて接合したような構成をしている。図11は、上記半導体レーザアレイ素子13の一部切り欠き斜視図である。

【0058】本半導体レーザアレイ素子13は、一の基板上にいわゆるシングルヘテロ構造体が2つ形成された実屈折率導波型の構成であり、赤色および赤外の2波長のレーザ光を発振させるものである。この半導体レーザアレイ素子13は、一の基板上に基板の鉛直方向に長尺状のシングルヘテロ構造体をもつ複数のレーザ光発振部700、710が積層されたもので、しかも、基板表面と平行な方向には、レーザ光発振部700及び710のそれぞれが同一平面上に列設された構造体である。ここで、基板表面と平行な方向に複数のレーザ光発振部700が列設されてなる部位を第1レーザアレイ層701と呼び、その上に位置する基板表面と平行な方向に複数のレーザ光発振部710が列設されてなる部位を第2レーザアレイ層711と呼ぶ。

【0059】具体的には、半導体レーザアレイ素子13は、n型GaAs基板201と、n型GaAsバッファ層202と、n型AlGaInP第1クラッド層203と、GaInP/AlGaInP量子井戸構造第1活性層204と、p型AlGaInP第2クラッド層205と、n型AlInP第1電流ブロック層206と、p型AlGaInP第3クラッド層207と、n型GaAlAs第2電流ブロック層208と、p型GaAlAs第4クラッド層209と、GaAs/GaAlAs量子井戸構造第2活性層210と、n型GaAlAs第5クラッド層211と、n型GaAsコンタクト層212とが順次積層された構造体に、n型電極213A、213B及びp型電極214A、214Bを備えたものである。なお、電極を除いた構造体を以下便宜上アレイ構造前駆体と呼ぶ。

【0060】n型電極213A及び213Bは、アレイ構造前駆体の上下表面に形成された面状の電極であり、n型基板213Aは、裏面側に形成されたAuGe/Ni/Auの三層が積層された構造の電極であり、n型基板213Bは、表面側に形成されたAuGe/Ni/Auの三層が積層された構造の電極である。一対のp型電極214A及び214Bは、アレイ構造前駆体の左右2箇所に設けられた帯状の電極であり、アレイ構造前駆体の左右両端が上部からp型GaAlAs第3クラッド層209の中央付近まで切り欠かれることにより形成された2つの段差部215の表面215Aに形成されたものである。

【0061】上記構造によって、レーザ光発振部700は、n型AlGaInP第1クラッド層203からp型AlGaInP第3クラッド層207とによって構成され、レーザ光発振部710は、p型AlGaInP第3クラッド層207からn型GaAlAs第5クラッド層211とによって構成される。以上の構成により、p型電極214A及び214Bから注入される電流は、各レーザ光発振部700、710において狭窄されて流れ、GaInP/AlGaInP量子井戸構造

第1活性層204、およびGaAs/GaAlAs量子井戸構造第2活性層210においてレーザ発振が生じる。なお、この各レーザ光発振部700、710は、図示しない制御部により、LD駆動部を介して各波長を出力するように切り換えられる。

【0062】<半導体レーザアレイ素子13の細部構造>以下に第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711の詳細について説明する。図10及び図11に示すように、まず、下側に位置する第1レーザアレイ層701におけるn型AlInP第1電流ブロック層206は、両側部206Aと、互いに平行に列設された複数本のストライプ206Bとその延伸方向中央部分に不連続部206Cを有する。そして、p型AlGaInP第3クラッド層207が、前記両側部206Aとストライプ206Bとの間及びストライプ206B間に形成されたストライプ状の溝206D並びに前記不連続部206Cに埋め込まれ、かつ、電流ブロック層206全体を覆うように形成されている。

【0063】また、上記第1レーザアレイ層701の上側に位置する第2レーザアレイ層711におけるn型GaAlAs第2電流ブロック層208も上記n型AlInP第1電流ブロック層206と同様に、両側部208Aと、互いに平行に列設された複数本のストライプ208Bとその延伸方向中央部分に不連続部208Cを有する。そして、p型GaAlAs第4クラッド層209が、前記両側部208Aとストライプ208Bとの間及びストライプ208B間に形成されたストライプ状の溝208D並びに前記不連続部208Cに埋め込まれ、かつ、電流ブロック層208全体を覆うように形成されている。

【0064】これにより、各レーザアレイ層における活性層、そのn型のクラッド層等を含めた部分でレーザ光が分布する要素を含むレーザ光発振部700、710が構成されることになる。レーザ光発振時には、前記溝206D、208D、不連続部206C、208Cに埋め込まれたクラッド層部分に上下方向に対応する要素部分から給電される。そして、前記各クラッド層が埋め込まれた前記溝206D、208D、不連続部206C、208Cはレーザ光の導波路の一部分となる。以下この部分を第1レーザアレイ層701において溝206Dに対応する部分を導波本路206Eと、不連続部206Cに対応する部分を連結導波路206Fと呼び、第2レーザアレイ層711において溝208Dに対応する部分を導波本路208Eと、不連続部208Cに対応する部分を連結導波路208Fと呼ぶ。

【0065】なお、第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711とは、各レーザ光発振部700及び710が垂直方向に同じ位置でしかも平行に並ぶように位置が定められている。また、前記第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の禁制帯幅は、当該第1の電流ブロック層同士及び第2の電流ブロック層同士の

間に位置する各レーザ光発振部の活性層のそれよりも大きく、前記第1の電流ブロック層及び第2の電流ブロック層の屈折率が当該第1の電流ブロック層同士及び第2の電流ブロック層同士の間に位置する各レーザ光発振部のそれより小さくなるような材料でそれぞれ形成されている。これにより、実屈折率差によって光閉じ込め効果を奏すると共に、電流ブロック層でのレーザ光の吸収によるレーザ光のロスを低減させることができる。レーザ光が出射される端面は、図11の図面手前側の端面216であり、反対側の端面217からは出射されないように、端面216の表面には1～15%程度の低反射率膜が形成されている。この低反射率膜の材料としては、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Si_3O_4 、 TiO_2 等を用いることができるが、これらに限られるものではない。また、端面217の表面には、反射率が70～98%程度の高反射率膜が形成されている。この高反射率膜は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Si_3O_4 等から選ばれる材料からなる低屈折率誘電体膜と TiO_2 、アモルファスSi、水素化アモルファスSi等から選ばれる高屈折率誘電体膜とを交互に2層以上繰返して堆積することにより形成することができるが、これに限るものではない。

【0066】<半導体レーザアレイ素子13の製造方法>図12から図14は、この製造方法を示す工程図である。まず、図12(1)に示すように、n型GaAs基板201を準備する。次に、図12(2)に示すように、前記n型GaAs基板201の表面に、順次、p型GaAlInP第1クラッド層205までの各層をMOCVD法又はMBE法を用いて積層形成する。なお、以下には、特記はしないが、以下の各工程における各層の形成も同様に、MOCVD法又はMBE法を用いて形成する。

【0067】次に、図12(3)に示すように、n型InAlP電流第1ブロック層206のバターニング前の材料層206Gを形成する。次に、図12(4)に示すように、n型InAlP電流第1ブロック層206の形成パターンとは反対のパターンの開口部を有するマスク層MA1を形成する。次に、図12(5)に示すように、マスク層MA1上から液相エッチングを施すことにより前記材料層206Gに、n型InAlP電流第1ブロック層206のパターンを形成する。その後、マスクMA1を除去する。

【0068】次に、図13(6)に示すように、p型AlGaInP第3クラッド層207を形成する。次に、図13(7)に示すように、n型GaAlAs第2電流ブロック層208の材料層208Gを形成する。次に、図13(8)に示すように、n型GaAlAs電流第2ブロック層208の形成パターンとは反対のパターンの開口部を有するマスク層MA2を形成する。

【0069】次に、図13(9)に示すように、マスク層MA2上から液相エッチングを施すことにより前記材料層208Gに、n型GaAlAs電流第2ブロック層208

のパターンを形成する。その後、マスクMA 2を除去する。次に、図14(10)に示すように、p型GaAlAs第4クラッド層209からn型GaAsコンタクト層212までの各層を順次積層して形成する。

【0070】次に、図14(11)に示すように、n型GaAsコンタクト層212の表面上に左右両端部を残してマスクMA 3を形成する。次に、図14(12)に示すように、マスクMA 3上から液相エッチングを施すことによりn型GaAsコンタクト層212の左右両端部及びこの下方に位置するp型AlGaInP第3クラッド層207の中途部分までを除去し、前記段差部215Aを形成する。その後、マスクMA 3を除去する。

【0071】以上の工程により、前記アレイ構造前駆体が形成される。次に、図14(13)に示すように、n型電極213A、213B及びp型電極214A、214Bを所定の部位に形成することによって前記半導体レーザアレイ素子が完成される。

＜半導体レーザアレイ素子13における作用・効果＞以上説明したような構成の半導体レーザアレイ素子13によれば、第1の実施形態の図7と同様に、第1レーザアレイ層701、第2レーザアレイ層711における各導波本路206E、208E同士が、それぞれ連結導波路206F、208Fとにより連結されているため、第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711それぞれにおいて、レーザ光をフェーズロックさせることが可能となる。したがって、同一層上にあるレーザ発振部から出射されるレーザ光は、フェーズロックされるため、集光したスポットにおいてレーザ光が位相のずれのために互いに打ち消し合うように干渉し合わないため、レーザ光発振部を設けた数に対応して、高出力のレーザスポットを得ることができる。そのうえ、各波長を出射するレーザ発振部が非常に接近して設けられるため、各波長に対するレーザ光の光学部品を共有することが可能である。したがって、半導体レーザアレイ素子13を使用することによって、第1の実施の形態に比べて、ホログラム光学部品21やハーフミラー31、32の数を減らすことができるので、コスト的にも優れる。

【0072】＜第2の実施の形態の変形例＞本第2の実施の形態の変形例として、以下のような形態を実施することができる

①上記第2の実施の形態においては、半導体レーザアレイ素子13の製造方法において、各層をMOCVD法又はMBE法を用いて一体的に形成していたが、予め作製された第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711を含む2つの構造体を張り合わせて形成してもよい。

【0073】図15は、本変形例にかかる製造方法を示す工程図である。次に、図12(1)から図13(6)に示す工程を第1レーザアレイ701層、第2レーザアレイ層711各層の組成に対応させて行い、図15

(1)に示すように、アレイ構造前駆体500、510を作製する。次に、図15(2)に示すように、前記アレイ構造前駆体500、510のp型AlGaInP第3クラッド層207を対向させ、しかもレーザ光発振部の位置合わせをして重ね合わせ、その状態で加熱処理を施して水素結合で接着させる。

【0074】この重ね合わせるのに先だって、ボンディングをすべき2枚の各アレイ構造前駆体500、510のp型AlGaInP第3クラッド層207の表面を洗浄し、自然酸化膜を除去した後、親水処理すなわち、当該表面をOH基で終端させる。親水処理されたウエハを重ね合わせると、両者は室温においても水素結合により一体化し、張り合わせ部分での強度が向上するので望ましい。

【0075】また、このように親水処理を施す場合には、水素存在下で加熱処理を施せばさらに強固に両アレイ構造前駆体500及び510を一体化させることができる。次に、図14(10)から図14(13)に示す工程を行って、図15(3)に示すように、半導体レーザアレイ素子が完成される。

②上記第2の実施の形態にかかる半導体レーザアレイ素子13は、第1レーザアレイ層701、第2レーザアレイ層711における各導波本路206E、208E同士をそれぞれ連結導波路206F、208Fにより連結させていたが、一方もしくは両方の連結導波路の形状を、上記第1の実施の形態における＜連結導波路の変形例＞について説明したような形状に形成してもよい。このように形成することによっても、第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711それぞれにおいて、レーザ光をフェーズロックさせることが可能であることは上述の通りであり、フェーズロックされたレーザ光を集光することにより高出力化することができる。

【0076】③上記第2の実施の形態では、半導体レーザアレイ素子13の第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711から異なる波長を出射させるために対応する各層に組成の異なる層を形成していたが、対応する各層に同じ組成のものを使用して同じ波長を出射させるようにしてもよい。ただし、このような場合には、半導体レーザアレイ素子13単体では同波長のレーザ光を第1レーザアレイ層701及び第2レーザアレイ層711から出射するようになるので、もうひとつ波長の異なる半導体レーザアレイ素子を用意する必要がある。このようにすれば、第1の実施の形態同様光学部品の数は増えるが、レーザ光の本数が増加するためより高出力とすることができる。なお、さらに光学部品の数を増やすこととなるが、3つ以上の波長の異なる半導体レーザアレイ素子を用いれば、高出力多波長の必要な用途にも対応することができる。

【0077】④上記第2の実施の形態では、半導体レーザアレイ素子13において、p型AlGaInP第2クラッド

層 205 と、n 型 AlInP 第 1 電流ブロック層 206 との間、及び p 型 AlGaInP 第 3 クラッド層 207 と n 型 GaAlAs 第 2 電流ブロック層 208 とは、直接接合された構造であったが、それらの間に p 型 InGaP エッチングストップ層を設けることもできる。このように p 型 InGaP エッチングストップ層を設けることにより、電流ブロック層を形成する表面部分の酸化を防止することができる。このため、結晶性の高い電流ブロック層を形成することができる。

【0078】(全体の変形例)なお、上記各実施の形態においては、主に連結導波路により半導体レーザアレイ素子単体でレーザ光をフェーズロックさせたものを用いた多波長レーザ発光装置について説明してきたが、本発明は、これに限定されるものではなく、以下のような形態で実施することができる。

【0079】①上記各実施の形態では、上記半導体レーザアレイ素子を複数用いた場合でも複数の半導体レーザアレイ素子同士でフェーズロックさせることが可能である。図 16 は、本変形例にかかる多波長レーザ発光装置の光源部の構成を示す斜視図である。同図に示すように、本多波長レーザ発光装置は、半導体レーザアレイ素子 600 複数個 (図では 4 つ) が、レーザ光が射出される端面 601 を前面にして同じ姿勢で水平方向に列設されてなる集合体 602 と、その前方でレーザ光線 603 が射出される方向前記平行光生成部との間に配置された光学部品 604 とからなる。

【0080】各半導体レーザアレイ素子 600 は、第 2 の実施の形態におけるもので、上下に波長の異なるレーザを射出するレーザ光発振部が配列されたものであり、フェーズロックされたレーザ光を射出する構成となっている。光学部品 604 は、所定の光透過性を備えると共に、集合体 602 との対向面 604A は平坦に形成されて入射されるレーザ光線 603 の一部を反射して集合体 602 の各端面 601 に折り返す。ここで、通常、半導体レーザから射出されるレーザ光は広がりながら射出されるため、対向面 604A において入射したレーザ光はその入射角に応じて種々の角度で反射される。このような光学部品 604 を設けることによって、異なる半導体レーザアレイ素子から射出されたレーザ光が各端面 601 に折り返されて、その隣にある半導体レーザアレイ素子のレーザ光発振部内部にも一部が入射されることとなる。各端面 601 の出力端面から一部のレーザ光は共振器内に入射され、半導体レーザアレイ素子間でも連結導波路を設けることと同様に共振器を共有する結果となる。そのため、半導体レーザアレイ素子間でもフェーズロックが行われることになる。

【0081】この結果、フェーズロックされたレーザ光の本数がさらに増加するため、さらに高出力のレーザスポットを得ることができる。

②上記各実施の形態にかかる半導体レーザアレイ素子の

端面には、レーザ光発振部のその延伸方向両端部が臨む部分に端面窓構造を形成し、さらに、その端面窓構造が形成された部分で、各電極表面部分に絶縁層を形成してもよい。端面窓構造とは、レーザ光発振部の延伸方向両端部が臨む部分に Zn を拡散した構造である。この Zn により、レーザ光発振部端部でのレーザ光の吸収を抑えて発熱を抑えるような作用がある。そして、この Zn 拡散部の各電極の上に位置する部分には、SiO₂ 絶縁層を形成すれば、端面での給電をなくしてその部分での発熱防止をさらに促進することができる。

【0082】また、上記各実施の形態では、赤色 (AlGaInP 材料)、赤外 (InGaAs 材料) 半導体レーザの組み合わせを例に本発明について説明したが、これ以外にも、青色 (InGaN 材料)、緑色 (InGaInP 材料) 等の半導体レーザを加えた組み合わせでも本発明を適用することは勿論可能である。

＜用途例＞次に、上記多波長レーザ発光装置の用途例について説明する。なお、以下の用途に限定されないのは勿論である。

【0083】① まず、上記多波長レーザ発光装置装置は、溶接装置のトーチに組み込んで、金属の溶接に用いることができる。図 17 は、従来の溶接ロボット 800 の外観を示す斜視図である。レーザ溶接トーチ 801 をロボットアーム 802 を介して基台 803 に保持し、不図示の制御部にプログラムされた内容に従ってワークを溶接する。加工精度が十分ではないので、通常はレーザ溶接トーチ 801 を矢印の方向に周期的に振りながら溶接するいわゆるウィービング溶接が実行されるが、従来の構成による多波長レーザ発光装置におけるレーザ溶接トーチ 801 は重量があり、このレーザ溶接トーチ 801 の振り動作により、溶接ロボット 800 本体が揺れないようにロボットアーム 802 などはかなり剛性を強くしなければならず、全体として大型化せざるをえなかった。ところが、本発明に係る多波長レーザ発光装置は、大変軽量に構成できるので、これをレーザ溶接トーチ 801 に搭載すれば、その振り動作によって生じる振動もほとんどなく、溶接ロボット 800 を小型・軽量化できる。さらに、図 1、図 2 における集光レンズ 40 やホログラム光学部品 41 の光軸を少しずらすだけでも、ビーム光は振れるので、このような構成を取れば、図 17 のようにレーザ溶接トーチ 801 全体を振る必要がなくなり、加工精度に悪影響を及ぼす振動はほとんど発生しない。これによれば、高出力であるだけでなく、可視領域のレーザ光を用いればレーザ光は色を有するので、視認性に優れ、溶接作業の作業性向上にも寄与すると思われる。また、プリント基板などへの穴開けもしくは切断を行う穴開け加工装置にも利用することもできる。

【0084】このようなレーザ溶接装置としては、通常、AlGaInP 材料の赤色レーザ (波長 655 nm ~ 685 nm) や、InGaAs 材料の赤外レーザ (波長 1060 nm

m; $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$) が用いられるが、さらに異なる波長のレーザ光を発する半導体レーザアレイ素子を組み込んで、ワークの素材に応じた最適な波長のレーザ光に切り替えることにより、作業を中断する必要もなく迅速かつ最適な溶接が可能となる。

【0085】特に、従来技術で挙げたように波長ごとに吸収効率が異なる2以上の素材からなるワークに穴開け加工する場合には、それぞれの素材に適した波長のレーザ光を短期間で切り替えながら照射することにより、精度の高い穴開け加工が可能になる。また、レーザ光で金属ワークの表面を走査していけば、表面変質（焼き入れ）を行うことができる。この場合も金属の種類に応じて出力や波長を変えるようにすれば効率的に処理できる。

【0086】②2次元マトリックスデータの作製

本装置は、いわゆるドット状の2次元マトリックスデータを作製するのに有効である。特開平11-167602号公報にも開示されているように、従来は、YAGレーザでマーキング処理するのが一般であるが、このYAGレーザは応答性がよくないので、高速で均一なドットを形成する上で問題があった。例えば、照射しない時間が続いた後、細かくパルス状に照射を行うようなマトリックスパターンを形成するにはあまり向いていなかった。これに対して、多波長レーザ発光装置は、応答性に優れるため、このようなマトリックスパターンを形成するのに有効である。

【0087】また、波長の異なるレーザ光を切り替えて出力することができるので、次のような効果を得ることができる。すなわち、当該マーキングの対象となるワークが異なる素材からなる部材をつなぎ合わせて構成されている場合、そのつなぎ目で、異なる部材に適した波長のレーザ光に切り替えることにより、当該ワークに連続的にマーキングすることが可能になり作業効率が大幅に向上する。また、異なる波長のレーザに対して異なる吸収率を有する部材を積層したワークの場合に、加工したい層ごとにレーザ光の波長とその出力を切り替えることにより上層にマーキングや穴開け加工したり、上層はそのまま中間層にマーキングしたりすることも可能になり用途がさらに広がる。

【0088】③ また、上記実施の形態に係る多波長レーザ発光装置は、上述のような産業機器以外にも医療機器の分野にも適用できる。たとえば、生体の切開や止血用のレーザメス、フォトリソリットを注入した生体に照射して癌などの悪性腫瘍の治療、育毛治療などの医療機器にも利用することができ、それぞれの用途に応じて最適な波長が選定されることは言うまでもない。図1、図2に示した多波長レーザ発光装置にいれば、出力と波長を容易に切り替えることができるので、1台で多くの用途に兼用できる。また、装置を小型にできるので治療室で場所を取らないという利点もある。

【0089】特に、InGaP材料の青色レーザ（波長550nm; $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ ）は、網膜に照射して網膜剥離の治療に適している。また、InGaP材料の緑色レーザ（波長380nm; $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ ）は、角膜に照射して近視を治療するのに適している。さらに、InGaAs材料の赤外レーザ（波長1060nm; $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ ）は、生体の切開や止血用のレーザメスへの使用に加えて、SHG素子（波長を半分にする素子）を介して網膜に照射することによる上述の網膜剥離の治療などにも利用することができる。なお、青色レーザと緑色レーザを1台の装置に備えることにより、適宜レーザを選択することで効率よく目の治療をすることができる。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る多波長レーザ発光装置によれば、出力するレーザ光の波長が異なる複数の半導体レーザアレイ素子と、前記複数の半導体レーザアレイ素子から発光された複数のレーザ光を所定の位置に集光する光学素子とを備え、少なくとも一の半導体レーザアレイ素子は、電流ブロック層にて仕切られた光導波路が一の基板上に複数列設されて形成されたレーザアレイ層を1層または複数層含み、少なくとも一のレーザアレイ層の光導波路のうち少なくとも隣合うものの2つが互いに光結合されるようにしたので、高出力であって波長の異なるレーザ光を出力することができる。半導体レーザアレイ素子自体大変小さく軽量であるので、これを利用したレーザ応用機器も小型・軽量にでき、しかも一の装置で波長の異なるレーザ光が発光できるので、産業用から医療用の多くの分野で利用可能である。

【0091】また、本発明に係る半導体レーザアレイ素子によれば、1個の素子により異なる波長のレーザ光を出力することができるので、上記多波長レーザ発光装置に組み込まれるのに最適な半導体レーザアレイ素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態にかかる多波長レーザ発光装置1の全体構成を示す斜視図である。

【図2】第1の実施の形態にかかる多波長レーザ発光装置2の全体構成を示す斜視図である

【図3】図1における半導体レーザアレイ素子11の一部切り欠き斜視図である。

【図4】図3における半導体レーザアレイ素子11の内部構造を示すため上面から透視した図である。

【図5】上記半導体レーザアレイ素子11の製造方法を示す工程図である。

【図6】図5における工程2のn型AlInP電流ブロック層106の形成方法を詳細に説明するための模式図である。

【図7】上記半導体レーザアレイ素子11における共振作用を具体的に説明する模式図である。

【図8】連結導波路のバリエーションを示した図である。

【図9】連結導波路のバリエーションを示した図である。

【図10】第2の実施の形態にかかる多波長レーザ発光装置の半導体レーザアレイ素子13の断面図である。

【図11】上記半導体レーザアレイ素子13の一部切り欠き斜視図である。

【図12】上記半導体レーザアレイ素子13の製造方法を示す工程図であり、番号順に進行する。

【図13】上記半導体レーザアレイ素子13の製造方法を示す工程図であり、番号順に進行する。

【図14】上記半導体レーザアレイ素子13の製造方法を示す工程図であり、番号順に進行する。

【図15】上記第2の実施の形態における変形例に係る半導体レーザアレイ素子の作製工程の一工程を示す工程図であり、番号順に進行する。

【図16】上記各実施の形態における変形例に係る多波長レーザ発光装置の光源部を示す斜視図である。

【図17】従来のレーザ溶接装置の全体構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

1, 2 多波長レーザ発光装置

10 光源部

11, 12, 13 半導体レーザアレイ素子

* 20 コリメート部

30 反射部

40 集光レンズ

50 集光レンズ駆動部

51 制御部

52 LD駆動部

53 ホログラム駆動部

107C, 206F, 208F 連結導波路

121, 123, 206E, 208E 導波本路

10 122, 124, 125, 126 共振器

201 GaAs基板

202 n型GaAsバッファ層

203 n型AlGaInP第1クラッド層

204 GaInP/AlGaInP量子井戸構造第1活性層

205 p型AlGaInP第2クラッド層

206 n型AlInP第1電流ブロック層

207 p型AlGaInP第3クラッド層

208 n型GaAlAs第2電流ブロック層

209 p型GaAlAs第4クラッド層

210 GaAs/GaAlAs量子井戸構造第2活性層

211 n型GaAlAs第5クラッド層

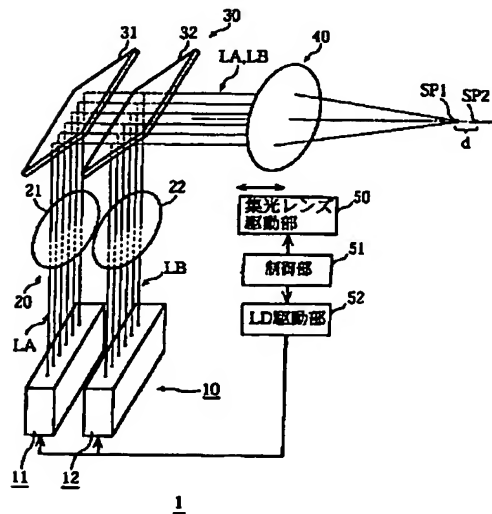
700, 710 レーザ光発振部

701 第1レーザアレイ層

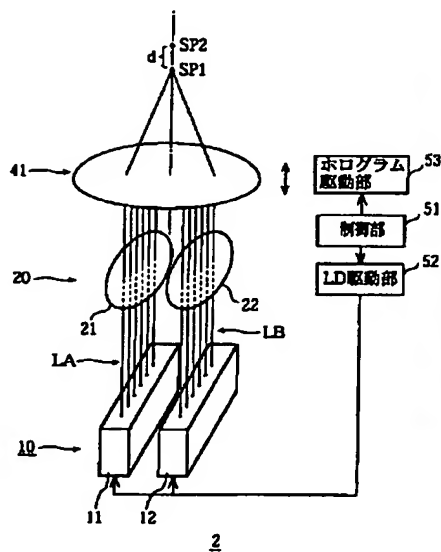
711 第2レーザアレイ層

* SP1, SP2 集光位置

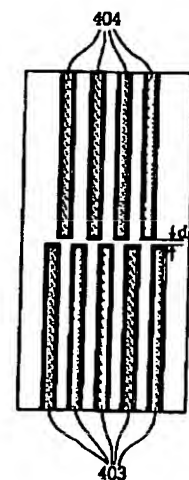
【図1】



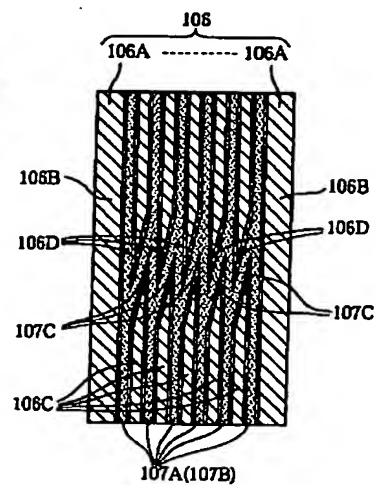
【図2】



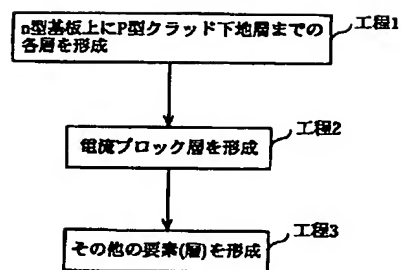
【図9】



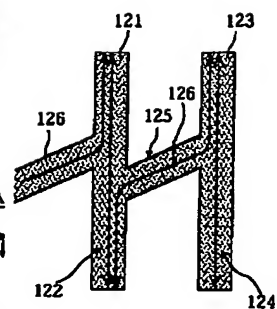
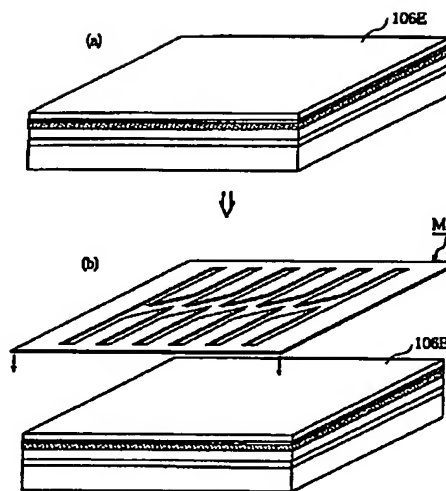
【圖4】



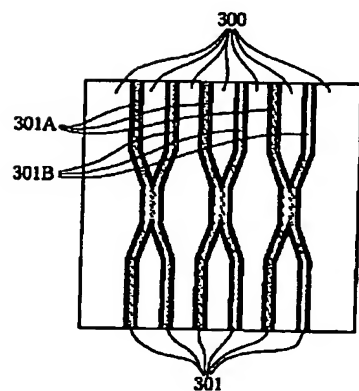
【圖5】



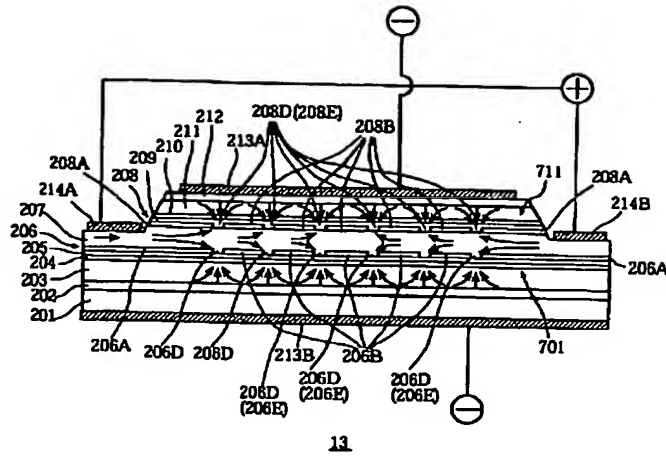
【圖 7】



【圖 8】

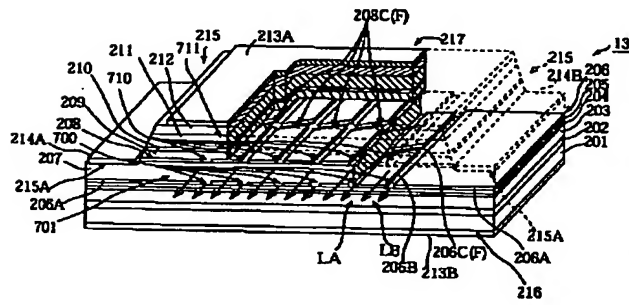


【図10】

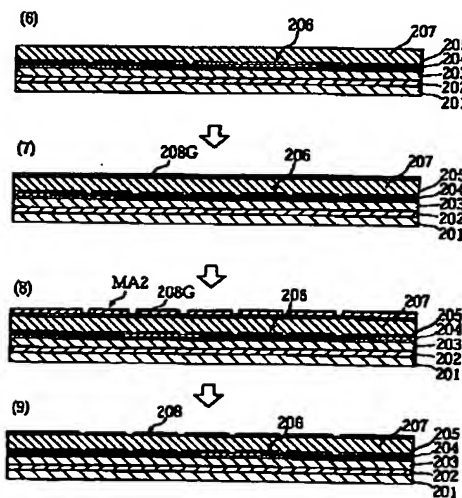


13

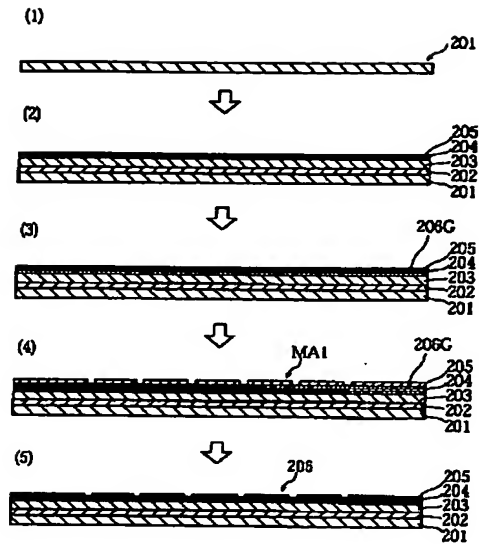
【図11】



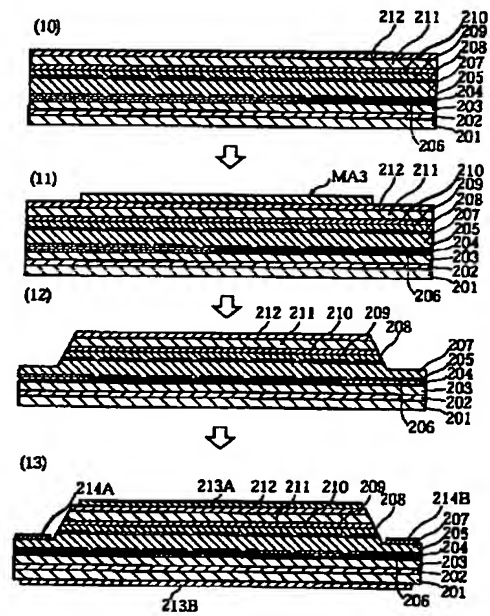
【図13】



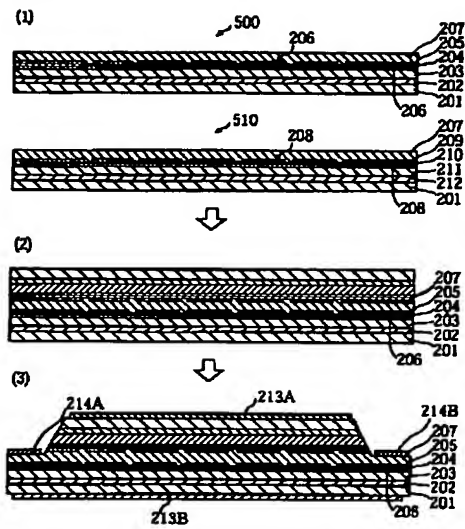
【図12】



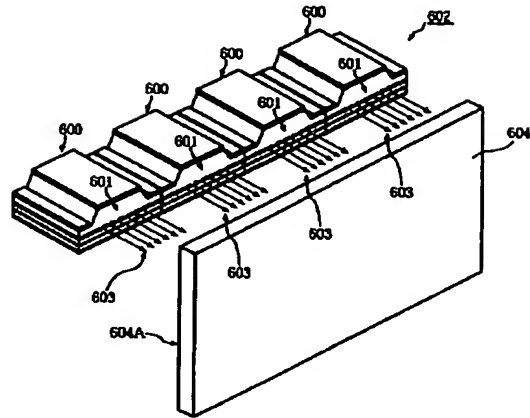
【図14】



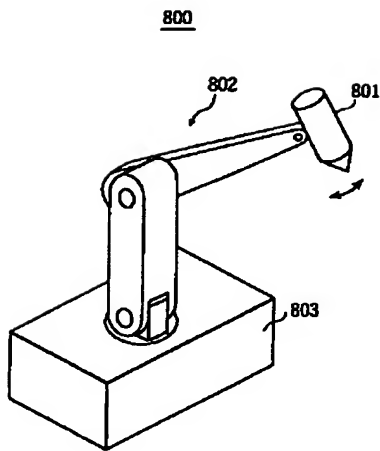
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

// B23K 26/00

識別記号

F I

A 6 1 B 17/36

テーマコード(参考)

3 5 0

(72)発明者 数村 勝

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

Fターム(参考) 4C026 AA02 AA03 AA04 BB08 FF02
FF03
4E068 AE00 AF00 AH00 CK01
5F072 AB13 JJ04 RR03 YY06
5F073 AA12 AA61 AA62 AA74 AA83
AA86 AB04 BA01 BA04 BA09
CA14 CB02 DA05 DA22 DA31
DA33 EA04 EA24 GA02